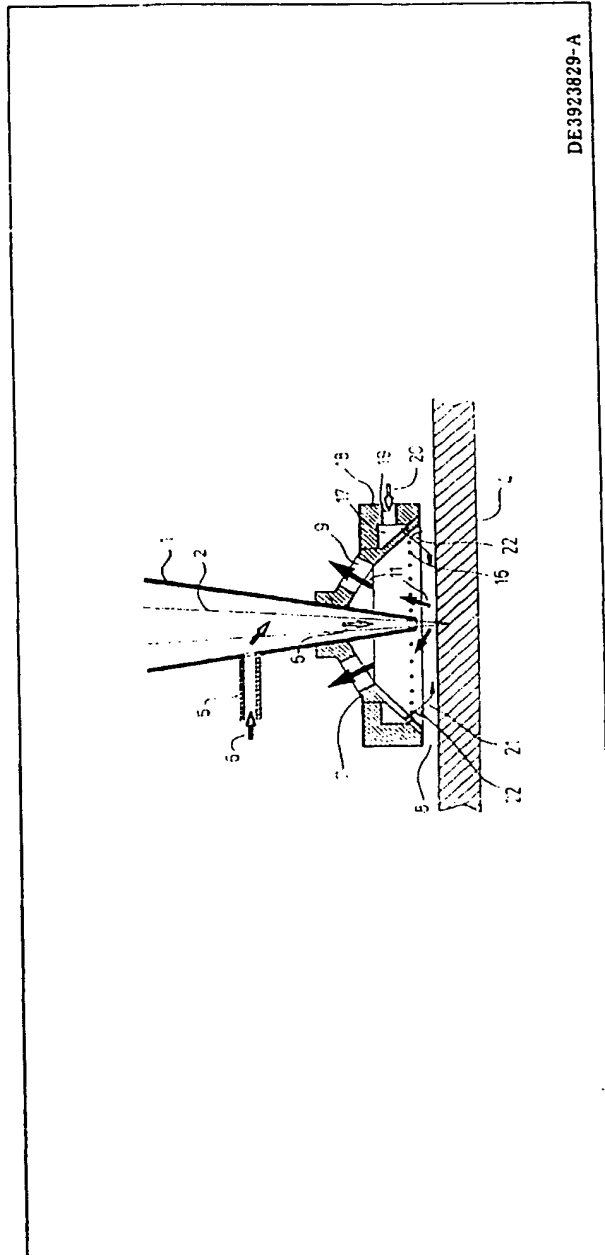


<p>91-037481/06 A31 M23 X24 (M13) FRAU 19.07.89          FRAUNHOFER-GES FORD ANGE 'DE 3923-829-A          19.07.89-DE-923829 (31.01.91) 808b-15/04 823k-26/16          823q-11/02</p>	<p>Suction extraction hood for laser cutting and sputtering unit - has inclined nozzles to direct curtain of gas to focus of laser beam and esp. neutralise and remove dangerous reaction products          C91-016151</p>	<p>A(11-A5, 11-C4B1) M(23-D5, 23-H)</p> <p><b>EMBODIMENT</b>          The laser reaction gas (6) is fed to the processing position via the laser focussing unit (1). The reaction gas and that fed to the hood are selected so that they change, esp. neutralise, toxic or carcinogenic reaction products formed by chemical reaction.          The hood, which is made at least partly out of transparent material and limits as much as possible the transmission of laser radiation, is connected to a pump via flexible tubing. One or more filters or analysing units, or both are positioned between the hood and the pump. (6pp:138A:MDwgNo2/2).</p>	<p>Suction hood for laser processing of materials has the novelty of a ring of closely positioned nozzles (16) on its border which are inclined inwards at an angle (22) of less than 90 deg. The incoming gas or gas mixt. thereby forms a closed curtain (21) and, in conjunction with the relative vacuum under the hood, creates a flow towards the focus of the laser beam and from there in an upward direction. The nozzles are effectively connected together via a chamber (17) in the hood's outer mantle (18). The gas curtain has the shape of an inverted truncated cone or pyramid.</p> <p><b>USE/ADVANTAGE</b>          Used when cutting or sputtering of metals or plastics, the hood ensures the removal or reaction products, gases and vapour and hence optimises processing of the workpiece.</p>
		<p>DE3923129-A*</p>	

BEST AVAILABLE COPY



DE3923829-A

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑪ **DE 3923829 A1**

⑳ Aktenzeichen: P 39 23 829.6  
㉔ Anmeldetag: 19. 7. 89  
㉕ Offenlegungstag: 31. 1. 91

㉙ Int. Cl. 5:  
**B23K 26/16**  
B 08 B 15/04  
B 23 Q 11/02  
// B23K 26/14

DE 3923829 A1

㉚ Anmelder:  
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der  
angewandten Forschung eV, 8000 München, DE

㉛ Erfinder:  
Klein, Rolf, Dipl.-Ing., 5100 Aachen, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉞ Absauganlage

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Absauganlage zum Beseitigen von bei der Bearbeitung von Werkstoffen mittels Laser entstehenden Reaktionsprodukten. Dabei befindet sich eine an der Laserfokussiereinheit gasdicht befestigte Absaughaube in geringem Abstand über dem Werkstück und mittels einer Pumpvorrichtung wird ein Unterdruck unter der Absaughaube erzeugt. Am Rand der Absaughaube sind dicht beieinanderliegende schräg nach innen gerichtete Düsen angebracht, durch die ein Gas zum Werkstück strömt und somit einen geschlossenen Gasvorhang ausbildet, der aufgrund der schrägen Stellung der Düsen am Auftreffort keine Stauzonen ausbildet. Dieses Gas strömt im Zusammenwirken mit dem Unterdruck zentrisch zur Bearbeitungsstelle und von dort nach oben weg. Die Absaugleistung ist so zu bemessen, daß unter der Absaughaube trotz des über die Düsen eingeblasenen Gases und eventuell über die Laserfokussiereinheit zusätzlich zugeführten Laserreaktionsgases ein Unterdruck aufrechterhalten bleibt. Mit diesem Verfahren werden alle am Reaktionsort anfallenden Substanzen, die Reaktionsprodukte sowie die zugeführten Gase, vollständig erfaßt und abgeführt.

DE 3923829 A1

## Beschreibung

## Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft eine Absauganlage für die Laserbearbeitung von Werkstoffen nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 zum Beseitigen von bei der Bearbeitung der Werkstoffe entstehenden Reaktionsprodukten.

## Stand der Technik

Bei der Bearbeitung von Werkstoffen mittels Laserstrahlen, z.B. beim Schneiden oder Abtragen von Metallen oder Kunststoffen, verdampfen im Bereich des Laserfokus aufgrund der dort vorherrschenden hohen Energiedichte Teile des Werkstoffes. Die dabei entstehenden Produkte sind je nach Werkstoff und eventuell zusätzlich zugeführtem Laserreaktionsgas mehr oder weniger chemisch reaktive, unter Umständen toxische oder karzinogene Substanzen, die es zu beseitigen gilt.

Es ist bekannt, zum Entfernen von festen Partikeln oder flüchtigen Substanzen von einem bestimmten Ort, diese mittels eines Unterdrucks abzusaugen oder mittels eines Überdrucks wegzublasen. So wird z.B. in der DE-OS 26 58 503 über eine in dieser Schrift als "Führungsschutzgasumhüllung" bezeichnete Kammer mit Düsen ein Schutzgas in Richtung der als "optischer Lochkörper" bezeichneten Scheibe geblasen und in dem Raum zwischen dieser Scheibe und der Fokussierlinse durch das in diesen Raum zugeführte Laserreaktionsgas ein Überdruck erzeugt, so daß durch die daraus resultierende Strömung des Gasgemisches zwar die optischen Elemente geschützt werden, aber das Gasgemisch und die bei der Bearbeitung entstehenden Reaktionsprodukte unkontrolliert in die Umgebung gelangen.

Im Gebrauchsmuster DE-GM 88 13 739.2 wird hingegen eine Laserschneidvorrichtung beschrieben, die speziell auf flache Werkstücke abgestimmt ist und die zum Beseitigen der anfallenden Reaktionsprodukte zwei sich an der Bearbeitungsstelle gegenüberliegende Absaugkästen aufweist, die über einen aufwendigen Mechanismus derart miteinander gekoppelt sind, daß sie sich bei jeder Stellung der Laserschneidvorrichtung gegenüberstehen. Mit dieser gekoppelten Bewegung soll die Absaugwirkung verbessert werden, so daß möglichst wenig Reaktionsprodukte aus den zwischen den Absaugkästen und dem Werkstück bestehenden Luftspalten undefinierter Größe in die Umgebung entweichen.

Andererseits kann um die Bearbeitungsstelle eine Art Gasvorhang erzeugt werden, der ein Austreten der am Bearbeitungsort entstehenden Substanzen in die Umgebung verhindern soll. So ist z.B. in der OS 38 00 050 A1 zum Beseitigen von pulverförmigem Bearbeitungsabfall bei der Bearbeitung von Werkstücken mittels mechanischer Werkzeuge (z.B. einer Fräse) dieses von einem ringförmigen Absaugkanal umgeben, der seinerseits von einer ringförmigen Düse umgeben ist, über die Druckluft senkrecht zum Werkstück hingebblasen wird, so daß sich der zuvor erwähnte Gasvorhang ergibt, der in diesem Fall aus Luft besteht. Dies mag zwar eine für pulverförmige Bearbeitungsabfälle geeignete Methode sein, nicht aber für die bei der Laserbearbeitung von Werkstoffen entstehenden Gase und Dämpfe. Zum einen würden sich im o.g. Absaugkanal Turbulenzen bilden, was eine verringerte Strömungsgeschwindigkeit mit einer möglichen Kondensation der abgesaugten Gase und Dämpfe zur Folge hätte, so daß diese nach Abschalten des Absauggebläses sich wieder verflüchtigen und in die Umgebung gelangen könnten. Zum ande-

ren bilden sich gemäß den Ausführungen in DE-GM 83 03 454.4, OS/PS-DE 33 04 262 A1 am Auftreffort Stauzonen aus und der Gasvorhang teilt sich in einen nach innen strömenden Anteil und einen nach außen strömenden Anteil auf. Dies führt je nach verwendeter Gasart zu erheblichen Luftverunreinigungen in der Umgebung des Arbeitsplatzes.

Darüber hinaus sind andere Verfahren bekannt (DE-GM 85 34 590.3, DE-AS 12 89 974), die zur Vermeidung von Stauzonen einen Gasvorhang mit einer koaxialen Drehströmung erzeugen, wobei sich am Bearbeitungsort die Richtung der Strömung umkehrt, so daß sich eine Art "Tornado" ausbildet, der in eine über dem Bearbeitungsort angebrachte Absaugvorrichtung mündet. Ein solches Verfahren ist bei der Laserbearbeitung insofern nicht anwendbar, als sich die Laserfokussiereinheit im Zentrum des "Tornados" befände und der gewünschte Effekt zerstört oder zumindest erheblich beeinträchtigt würde. Darüber hinaus entsteht bei der Zuführung des Laserreaktionsgases eine Gegenströmung, die ebenfalls zur Beeinträchtigung oder Zerstörung des Tornadoeffekts führen würde.

## Darstellung der Erfindung

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, bei der Laserbearbeitung von Werkstoffen mittels einer für die Massenfertigung geeigneten, möglichst einfachen, und auf den jeweiligen Bearbeitungsprozeß und den jeweiligen Werkstoff optimierbaren Absauganlage, eine sichere und vollständige Beseitigung der anfallenden Reaktionsprodukte, Gase und Dämpfe zu gewährleisten.

Die Lösung dieser Aufgabe besteht in den im Kennzeichen des Anspruchs 1 angegebenen Merkmalen. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind mit den Merkmalen der Unteransprüche 2 bis 13 gekennzeichnet.

Die Vorteile der Erfindung bestehen insbesondere darin, daß einerseits durch das Einblasen eines Gases oder Gasgemisches über am Rand des Absaughaubmantels angebrachte Düsen aufgrund der schrägen Stellung der Düsen ein die Bearbeitungszone umfassender Gasvorhang erzeugt wird, der beim Auftreffen auf das Werkstück keine Stauzonen ausbildet, und daß andererseits durch das Zusammenwirken des Gasvorhangs mit dem unter der Absaughaube herrschenden Unterdruck eine zentrisch zur Bearbeitungsstelle und von dort nach oben weg gerichtete Strömung entsteht. Damit ist sichergestellt, daß sämtliche bei der Bearbeitung des Werkstücks entstehenden Reaktionsprodukte sowie eventuell zusätzlich zugeführtes, zum Bearbeitungsort strömendes, Laserreaktionsgas vollständig erfaßt und beseitigt werden. Da sich keine Stauzonen ausbilden, wird auch das über die Düsen zugeführte Gas vollständig erfaßt und beseitigt.

Darüber hinaus ermöglicht die vollständige Erfassung sämtlicher Reaktionsprodukte, Gase und Dämpfe bei einer Analyse derselben Rückschlüsse auf die beim Bearbeitungsprozeß ablaufenden Reaktionen, so daß der Bearbeitungsprozeß hinsichtlich der verwendeten Gasarten und -drücke optimiert werden kann.

## Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Nachfolgend wird die Erfindung in einem Ausführungsbeispiel und in einer Zeichnung noch näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Absauganlage in Schnittdarstellung.

Fig. 2 eine vergrößerte Schnittdarstellung der Absaughaube.

#### Bester Weg zur Ausführung der Erfindung

Die in Fig. 1 geoffenbarte Absauganlage besteht aus einer Laserfokussiereinheit 1, über den der in einem Laserkopf erzeugte Laserstrahl 2 mittels einer Fokussieroptik 3, in diesem Beispiel eine Linse, auf das Werkstück 4 fokussiert wird, und der eine verschleißbare Zuleitung 5 für die Zuführung des Laserreaktionsgases 6 aufweist. Am zum Werkstück 4 konisch zulaufenden Ende der Laserfokussiereinheit 1 ist die Absaughaube 7 gasdicht befestigt und bildet mit ihrem unteren Rand einen Luftspalt 8 mit dem Werkstück 4. In der Absaughaube 7 befinden sich ein oder mehrere Öffnungen 9, an denen eine flexible Schlauchleitung 10 mit einer der Anzahl der Öffnungen entsprechenden Anzahl an Abzweigungen angebracht ist, und über die die zu beseitigenden Substanzen 11 (Reaktionsprodukte, Gase und Dämpfe) von der Absaugeinheit 12 abgesaugt werden. Diese beinhaltet einen oder mehrere Filter 13 und/oder Analysegeräte 14 sowie eine Pumpe 15.

In Fig. 2 ist das dem Werkstück 4 zugewandte Ende der Laserfokussiereinheit 1 mit der daran befestigten Absaughaube 7 im vergrößerten Maßstab dargestellt. Die Absaughaube 7 ist in einer rotationssymmetrischen Form ausgebildet und gasdicht an der Laserfokussiereinheit 1 befestigt. Am Haubenrand ist ein Ring von zur Ausbildung eines geschlossenen Gasvorhanges 21 möglichst dicht beieinanderliegenden Düsen 16 angebracht, die über eine Kammer 17 im Absaughaubenmantel 18 untereinander verbunden sind. Das über einen im Absaughaubenmantel 18 vorgesehenen Kanal 19 zugeführte Gas oder Gasgemisch 20 verteilt sich in der Kammer 17 und strömt über die schräg stehenden Düsen 16 in einem spitzen Winkel 22 von weniger als 90°, vorzugsweise aber möglichst flach, auf das Werkstück 4, so daß sich ein geschlossener Gasvorhang 21 ausbildet, der aufgrund der Rotationssymmetrie der Absaughaube 7 die Form eines auf den Kopf gestellten Kegelstumpfes darstellt. Selbstverständlich sind auch alle anderen Ausführungsformen der Absaughaube 7 wie z.B. eine pyramidenförmige Ausbildung denkbar, sofern sie die beabsichtigte Wirkung einer vollständigen Beseitigung aller anfallenden Reaktionsprodukte gewährleisten. Dadurch, daß die Absaughaube 7 über die Öffnungen 9 und die Schlauchleitung 10 an eine Pumpe 15 angeschlossen ist, bildet sich im Zusammenwirken des daraus resultierenden Unterdrucks unter der Absaughaube 7 und dem über die Düsen 16 eingeblasenen Gas 20 eine Strömung aus, die zentrisch zur Bearbeitungsstelle und von dort nach oben weg gerichtet ist.

Dabei ist zu beachten, daß die Absaugleistung der Pumpe 15 so auf die Summe der Drücke des Gases 20 und des eventuell zusätzlich zugeführten Laserreaktionsgases 6 abgestimmt ist, daß unter der Absaughaube 7 ein Unterdruck gegenüber der Umgebung aufrechterhalten bleibt. Alle in der Bearbeitungszone anfallenden Substanzen, die Reaktionsprodukte 11 sowie das eventuell zugeführte Laserreaktionsgas 6 und das über die Düsen zugeführte Gas 20, werden somit vollständig erfaßt und zur Absaugeinheit 12 abgeführt, so daß eine Verunreinigung der Umgebung des Arbeitsplatzes vermieden wird. Die Art der eingesetzten Gase (das über die Düsen zugeführte Gas 20 und/oder das Laserreak-

tionsgas 6) richtet sich dabei nach dem zu bearbeitenden Werkstoff, wobei die Auswahl dahingehend erfolgen soll, daß eine Veränderung, insbesondere Neutralisation, der beim Bearbeitungsprozeß entstehenden, unter Umständen chemisch reaktiven, toxischen oder karzinogenen Reaktionsprodukte 11 erfolgt. In der Absaugeinheit 12 können einzelne oder alle abgesaugten Substanzen ausgefiltert und/oder analysiert werden, so daß Rückschlüsse auf die beim Bearbeitungsprozeß ablaufenden Reaktionen möglich sind und die den Bearbeitungsprozeß bestimmenden Parameter, wie z.B. Gasart und -druck der zugeführten Gase, optimiert werden können.

Zur Beobachtung des Bearbeitungsprozesses kann die Absaughaube 7 vorzugsweise zumindest aus teilweise durchsichtigem Material bestehen. Schließlich ist es zum Schutz des Bedienungspersonals vor gestreuter oder reflektierter Laserstrahlung von Vorteil, wenn das gesamte Haubenmaterial für die jeweils eingesetzte Laserstrahlung eine möglichst geringe Transmission aufweist.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Laserfokussiereinheit
- 2 Laserstrahl
- 3 Fokussierlinse
- 4 Werkstück
- 5 verschleißbare Zuleitung
- 6 Laserreaktionsgas
- 7 Absaughaube
- 8 Luftspalt
- 9 Öffnungen für flexible Schlauchleitung
- 10 flexible Schlauchleitung
- 11 abzusaugende Substanzen
- 12 Absaugeinheit
- 13 Filter
- 14 Analysegeräte
- 15 Pumpe
- 16 Düsen
- 17 Gaszuführungskammer
- 18 Absaughaubenmantel
- 19 Zuführungskanal für das den Gasvorhang bildende Gas oder Gasgemisch
- 20 Gas oder Gasgemisch für den Gasvorhang
- 21 Gasvorhang
- 22 Winkel zwischen Düsen und Werkstückebene

#### Patentansprüche

1. Absauganlage für die Laserbearbeitung von Werkstoffen mit einer Absaughaube, die gasdicht an einer Vorrichtung (Laserfokussiereinheit) befestigt ist, in der die optischen Elemente zur Führung und Fokussierung des in einem Laserkopf erzeugten Laserstrahls angebracht sind, unter der ein Unterdruck gegenüber der Umgebung herrscht, und die einen Luftspalt mit dem Werkstück bildet, dadurch gekennzeichnet, daß am Haubenrand eine oder mehrere Düsen (16) angebracht sind, die einen Winkel (22) von weniger als 90° mit dem Werkstück (4) bilden, so daß sie schräg nach innen gerichtet sind, und daß über diese ein Gas oder ein Gasgemisch (20) in den Unterdruckbereich unter der Absaughaube (7) derart eingeblasen wird, daß dieses einen geschlossenen Gasvorhang (21) bildet, und daß sich im Zusammenwirken mit dem unter der Haube herrschenden Unterdruck eine Strömung ergibt, die vom Haubenrand zentrisch in

Richtung zu der durch den Laserfokus auf dem Werkstück gekennzeichneten Stelle (Bearbeitungsstelle) und von dort nach oben gerichtet ist.

2. Absauganlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß am Haubenrand ein Ring von dicht beieinanderliegenden Düsen (16) angebracht ist. 5

3. Absauganlage nach Anspruch 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Düsen (16) über eine Kammer (17) im Absaughaubenmantel (18) untereinander verbunden sind. 10

4. Absauganlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß am Absaughaubenmantel (18) eine am Rand des Absaughaubenmantels umlaufende und diesen umfassende, an eine Gaszuführungskammer (17) angeschlossene, Schlitzdüse angebracht ist. 15

5. Absauganlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Gasvorhang (21) die Form eines auf den Kopf gestellten Kegelstumpfes bildet. 20

6. Absauganlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Gasvorhang (21) einen auf den Kopf gestellten Pyramidenstumpf bildet.

7. Absauganlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß über die Laserfokussiereinheit (1) ein Gas oder Gasgemisch (Laserreaktionsgas) (6) zur Bearbeitungsstelle eingeblasen wird. 25

8. Absauganlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß bei Zuführung des Laserreaktionsgases (6) die Absaugleistung so auf die Summe der Drücke des Laserreaktionsgases und des über die Düse oder die Düsen (16) zugeführten Gases (20) abgestimmt ist, daß innerhalb der Absaughaube (7) gegenüber der Umgebung ein Unterdruck aufrechterhalten bleibt. 30

9. Absauganlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß das über die Düse oder Düsen (16) zugeführte Gas (20) und/oder das über die Laserfokussiereinheit (1) zugeführte Laserreaktionsgas (6) derart gewählt sind, daß sie eine Veränderung, insbesondere Neutralisation, der beim Bearbeitungsprozeß entstehenden, unter Umständen chemisch reaktiven, toxischen oder karzinogenen Reaktionsprodukte (11) bewirken. 35

10. Absauganlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Absaughaube (7) mit einer flexiblen Schlauchleitung (10) an eine Pumpvorrichtung (15) angeschlossen ist. 40

11. Absauganlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Absaughaube (7) und der Pumpvorrichtung (15) ein oder mehrere Filter (13) und/oder ein oder mehrere Analysegeräte (14) eingebaut sind. 45

12. Absauganlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Absaughaube (7) aus teilweise durchsichtigem Material besteht. 50

13. Absauganlage nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Material der Absaughaube (7) für die jeweils eingesetzte Laserstrahlung (2) eine möglichst geringe Transmission aufweist. 55

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

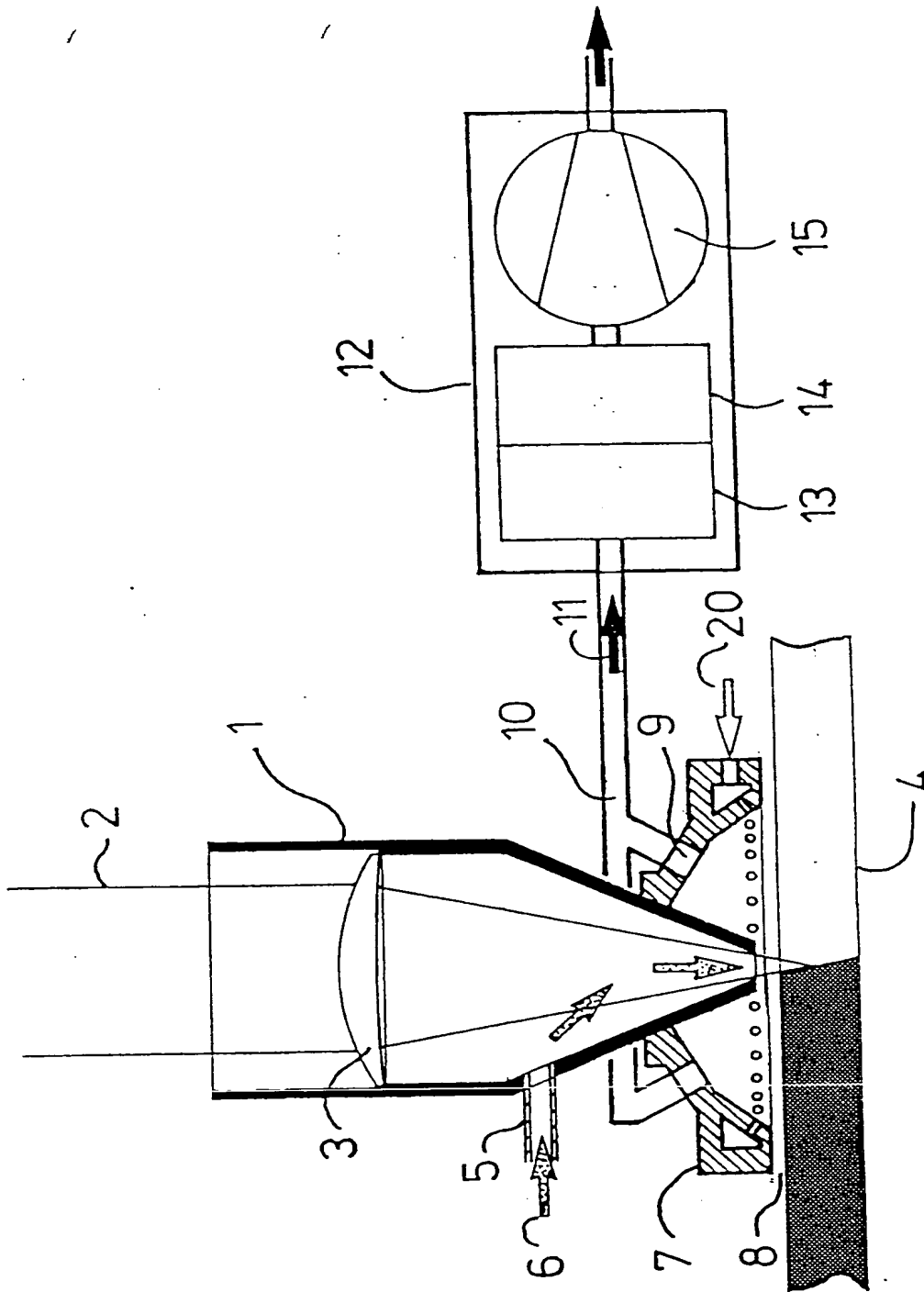


Fig. 1

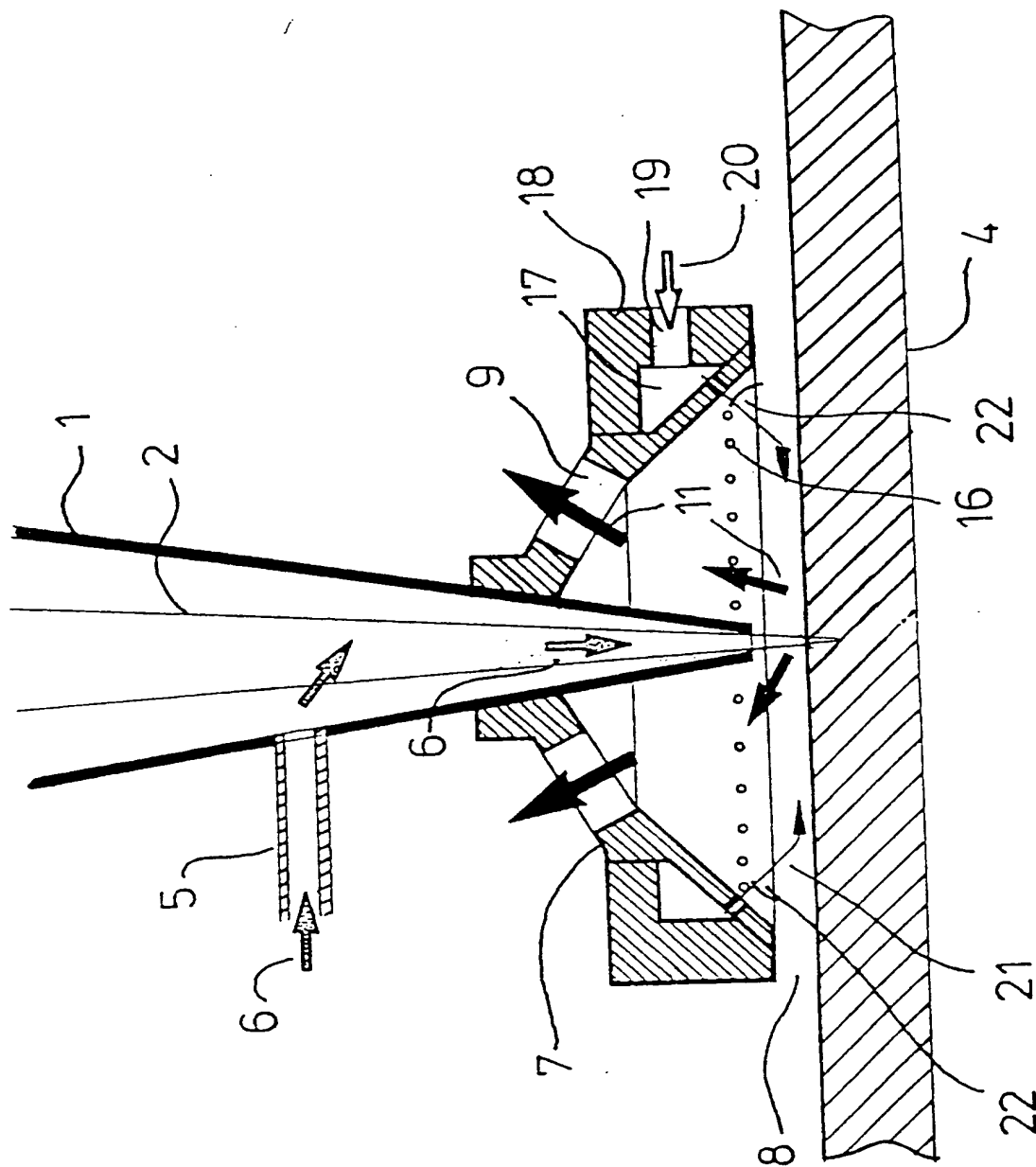


Fig. 2